

長期的共同研究組織中間報告（2006年度）

環境系における汚泥制御の研究

The Study on the Reduction of Sludge/Solid Waste in the Environmental Treatment Process

主任研究員名：濱崎 竜英

分担研究員名：菅原 正孝、林 新太郎

長期的共同研究の中間報告総括

長期的共同研究を開始して4年目となった。汚泥の減量化方法として、物理的に汚泥を粉砕する汚泥減量化装置の検証、活性汚泥法と生物接触酸化法の組み合わせによる汚泥減量技術の検証、および微生物活性助剤によるメタン発酵技術の検証の3点に絞ることにしていたが、汚泥減量化装置（物理的粉砕）による方法については、共同研究をしていた企業との共同研究体制がなくなったことより、装置の提供を受けることができなくなったため、最終年度である平成19年度では、生物接触酸化法による方法とメタン発酵の2点に、汚泥減量化で新たに発生する処理液のリン回収について検討することにした。

汚泥減量化装置による余剰汚泥の減量化実証実験

（分担研究員：濱崎 竜英）

本実験を試みた浄化センターでは、SV30が90%以上でかつ、SVIが200mL/gを超えていたため、一般的なデータを得ることができなかった。結果的に汚泥減量を実証することができなかった。その後、御池鐵工所との協力関係が解消されたため、本浄化センターでの実証実験は終了した。物理的な汚泥粉砕では、生物学的な汚泥粉砕（分解）よりも易分解性、難分解性有機物にかかわらず粉砕することが可能であるが、エネルギー消費が格段に大きくなり、汚泥減量化をして汚泥処理費が減少したとしても、新たに汚泥粉砕にかかるポンプ等の稼働エネルギーが増加することから、物理的な処理方法については、このようなコストについて十分に検討した上で本格実施する必要がある。

微生物活性助剤を用いた余剰汚泥の減量化実証実験

（分担研究員：菅原 正孝）

生物処理が促進されると言われている微生物活性助剤に着目し、生物処理法の効率化と余剰汚泥の減量化について研究することとする。微生物活性助剤として以前より生物処理法の効率を上げる助剤として注目されているサポニンを対象とした。

平成18年度では、発酵済みの嫌気性汚泥（種汚泥）と生汚泥を常時攪拌するために、攪拌器を設置したが、攪拌子（反応槽内で回転するマグネット）の構造に問題が発生したこと、反応槽は外部と完全に遮断している密閉構造とすべきであるが、その密閉構造を確保する方

法に問題が発生したこと、調達した汚泥の性状が悪かったことなどから、十分なデータを得ることができず、結果的に微生物活性助剤を投入した比較実験ができなかった。

スギチップを用いた生物接触酸化法の実証実験

(分担研究員：林 新太郎)

計画段階では、スギチップを用いることを検討していたが、スギチップは、有機物、色の溶出が多く、またスギチップの碎片の分離が困難であることから、スギチップを担体とするのではなく、ひも状の接触担体（バイオフィリンジ）を用いることにした。この方法は、平成19年度でも継続して行っている方法である。ひも状接触担体は、太さ1.5mm前後の化学繊維で、幹に相当する部分に長さ50mm程度の枝が取り付けられている構造である。

実験当初の対象水は、活性汚泥法内曝気槽の混合液としていた（四条畷市田原下水処理場）。しかし、MLSSがおよそ3000ppm程度あり、数日後、左の図のようにバイオフィリンジに房状のようになり、分離された液の水質は向上するものの、汚泥減量化は困難であると判断した。そこで、対象とする原水を曝気槽内混合液ではなく、流入下水とした。これは、活性汚泥法を用いた下水処理法の中で汚泥減量化を目指すのではなく、そもそも活性汚泥法という汚泥を利用しない、生物接触酸化法として検討していくということである。

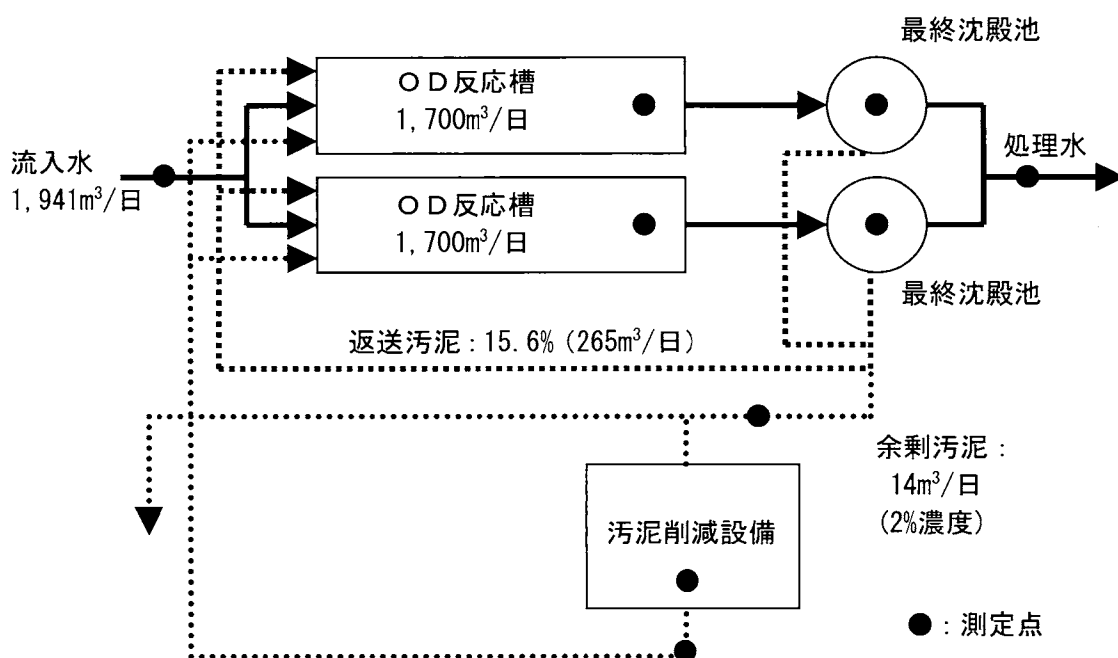
平成18年度では、分離液の水質向上を示すことができたが、顕著な汚泥減量化を示すことはできなかった。しかしながら、共同研究企業である関西PGS社によれば、汚泥減量化は実証されており、その点からも学術的な点からそれを実証する必要があることから、平成19年度では本実験を引き続いて実施することにした。

汚泥減量化装置による余剰汚泥の減量化実証実験

濱崎 竜英（人間環境学部）

実証試験として、御池鐵工所及び建設工学研究所との共同で実施した。実験サイトは、島根県木次・三刀屋浄化センター浄化センターで、発生する汚泥の削減効果を確認するため下図のように汚泥削減装置を設置した。

このようにして、発生汚泥（余剰汚泥、返送汚泥）のすべて、もしくは一部を汚泥削減装置（商品名：セルシャー）に導入し、その全量をOD（酸化溝）反応槽に返送するもので、これを連続的に繰り返して余剰汚泥の減量化を試みた。



浄化センター及び汚泥削減設備の概略

OD法であっても活性汚泥法であっても、いずれも最終的には余剰汚泥が発生し、それを系外に排出して、別途処分しなければならない。本浄化センターでは、一日14m³もの余剰汚泥が発生し、1m³の処理費用が3万円程度であることから、一日42万円となり、およそ1億5千万円もの年間支出であり、大きな負担となっている。汚泥が半減することでも大きな財政的負担減となる。

OD法や活性汚泥法での反応槽における汚泥（微生物群）の状況を確認する方法として、SV30とSVIがある。SV30は、1Lのメスシリンダーに反応槽内の混合液を投入し、30分間静置した後の汚泥と上澄み液の界面高さであり、低ければ低いほど、沈降性がよく、よい状態だ

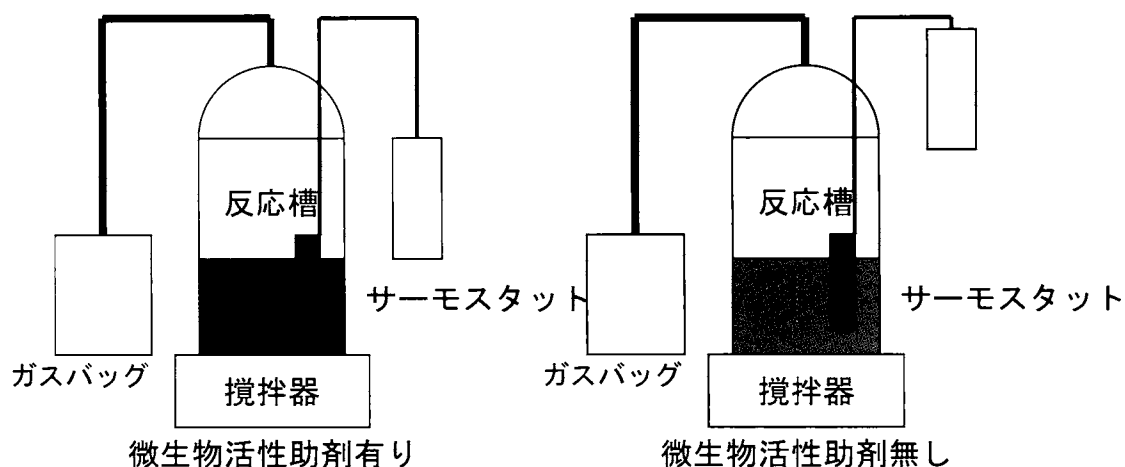
と言える。また、SVIは、SV30に汚泥濃度を加えた指標で、汚泥容量指標と呼ばれるものである。一般に状態が良い場合、50～150mL/gである。

残念ながら、本実験を試みた浄化センターでは、SV30が90%以上でかつ、SVIが200mL/gを超えていたため、一般的なデータを得ることができなかった。結果的に汚泥減量を実証することができなかった。その後、御池鐵工所との協力関係が解消されたため、本浄化センターでの実証実験は終了した。物理的な汚泥粉碎では、生物学的な汚泥粉碎（分解）よりも易分解性、難分解性有機物にかかわらず粉碎することが可能であるが、エネルギー消費が格段に大きくなり、汚泥減量化をして汚泥処理費が減少したとしても、新たに汚泥粉碎にかかるポンプ等の稼働エネルギーが増加することから、物理的な処理方法については、このようなコストについて十分に検討した上で本格実施する必要がある。

微生物活性助剤を用いた余剰汚泥の減量化実証実験

菅原 正孝（人間環境学部）

平成17年度までは、嫌気性処理、いわゆるメタン発酵技術に着目し、汚泥の可溶化などを検討してきたが、平成18年度より、今までの研究成果を踏まえ、生物処理が促進されると言われている微生物活性助剤に着目し、生物処理法の効率化と余剰汚泥の減量化について研究することとする。微生物活性助剤として以前より生物処理法の効率を上げる助剤として注目されているサポニンを対象とした。



実験装置を上図に示す。密閉した反応槽に嫌気性汚泥と生汚泥を一定量投入し、サーモスタットで35℃程度加温（中温消化）し、攪拌器（マグネティックスターラー）で内部の汚泥を攪拌した。上部にはガスバッグを取り付けて、発生するバイオガスを捕集した。2系による実験で、実験系である装置には微生物活性助剤であるサポニンを一定量投入し、コントロール系では助剤を投入しない予定であった。いずれも回分式にて実験を行い、汚泥の性状（pH、SS、VSS、COD等）を測定するとともに、発生するバイオガス量と組成（メタン、水素、二酸化炭素）を測定することにしていった。本研究は、田代興業株式会社と月島機械株式会社との共同研究である。

平成18年度では、残念ながら次のような問題点が発生し、微生物活性助剤を投入するまでに至らなかった。

1) 発酵済みの嫌気性汚泥（種汚泥）と生汚泥を常時攪拌するために、攪拌器を設置したが、攪拌子（反応槽内で回転するマグネット）の構造に問題があり、粘性の高い、種汚泥と生汚泥の混合液を攪拌するためいくつかの検討を加えた。

2) 反応槽は外部と完全に遮断している密閉構造とすべきであるが、その密閉構造を確保

するために、パイプ接続部分や反応槽の蓋取り付け部などのシーリング方法を検討した。

3) 種汚泥は、工学部衛生工学実験室より調達し、生汚泥は、寝屋川流域下水道組合から調達したものである。しかしながら、生汚泥の性状が悪く、ガス発生に至らなかった。

以上のような状況により、平成18年度では、微生物活性助剤を投入した比較実験ができなかった。平成19年度では、種汚泥、生汚泥とも別途調達し、実験を開始しているところである。現在ではガスが安定的に発生していることから、微生物活性助剤を投入する時期となっている。

スギチップを用いた生物接触酸化法の実証実験

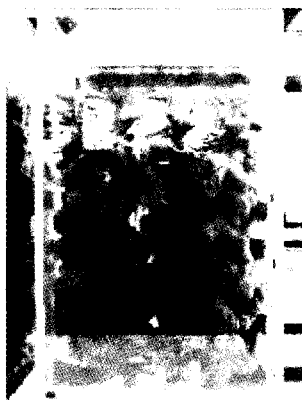
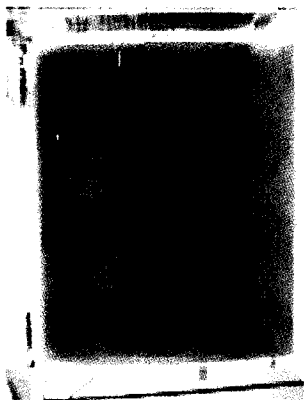
林 新太郎（工学部）

スギチップは、汚泥の減量化や有機物の分解促進、また消臭効果などが確認されており、活性汚泥法への適用などを検討してきた。平成18年度は、活性汚泥法など以外で生物処理法として一般的な生物接触酸化法への適用に関する基礎的な研究を実施することを予定していた。生物接触酸化法は、生物膜法の一つで、担体に礫やプラスチック、アンスラサイトなどを用い、それら担体に生物を付着させ、有機物をそれら生物に酸化・分解させる方法である。

計画段階では、スギチップを用いることを検討していたが、スギチップは、有機物、色の溶出が多く、またスギチップの碎片の分離が困難であることから、スギチップを担体とするのではなく、ひも状の接触担体を用いることにした。この方法は、平成19年度でも継続して行っている方法である。



ひも状接触担体の構造は左の写真のとおりである。太さ1.5mm前後の化学繊維で、幹に相当する部分に長さ50mm程度の枝が取り付けられている構造である。このひも状接触担体は、バイオフィリンジと呼ばれ、工場排水処理やし尿処理などへの適応が研究されているところである。このバイオフィリンジを水槽に複数本吊り下げ、水槽内下部より曝気して水の循環と溶存酸素の確保をおこなう構造となっている。



実験当初の対象水は、活性汚泥法内曝気槽の混合液としていた（四条畷市田原下水処理場）。しかし、MLSSがおおよそ3000ppm程度あり、数日後、左の写真のようにバイオフィリンジに房状のようになり、分離された液の水質は向上するものの、汚泥減量化は困難であると判断した。



そこで、対象とする原水を曝気槽内混合液ではなく、流入下水とした。これは、活性汚泥法を用いた下水処理法の中で汚泥減量化を目指すのではなく、そもそも活性汚泥法という汚泥を利用しない、生物接触酸化法として検討していくということである。また、水循環方法も再検討し、左の写真のように、曝気部と接触担体部を分割して循環するようにした。左の写真に示すとおり、バイオフィリ

ンジありとなしで比較した。

平成18年度では、分離液の水質向上を示すことができたが、顕著な汚泥減量化を示すことはできなかった。しかしながら、共同研究企業である関西PGS社によれば、汚泥減量化は実証されており、その点からも学術的な点からそれを実証する必要があることから、平成19年度では本実験を引き続いて実施することにした。